植 物 分 类 学 报 24 (5): 370—375 (1986)
Acta Phytotaxonomica Sinica

九种水鳖科植物染色体数目及其核型分析

王 宁 珠
(中国科学院武汉植物研究所，武汉)

摘要 本文报道了我国产水鳖科植物 5 属 9 种染色体数目和核型,发现所有种都是二倍体,它们的核型大部分是由中部着丝点 (m) 和近中部着丝点 (sm) 组成，少数种具有近端着丝点 (st)。它可以区分为 4 种核型: 1A，2A 和 1B，2B。水筛属是原始的,黑藻属是进化的。
关键词 水鳖科;水筛属;黑藻属;水车前属;苦草属;水鳖属;染色体;核型

我国淡水产水鳖科植物有 5 属 22 种,多为沉水及漂浮草本。这类水生植物是庭园内最常见的观赏植物。该科植物染色体计数在国外研究得较多，但都以绘图表示染色体数目和大致长度，而很多学者都未做核型分析。国内只见武汉大学彭东升[1] 的文章。由于各个学者报道较为零星分散，且染色体数目也不尽相同。为了探明我国水鳖科植物染色体基数及各属之间的亲缘关系和演化,笔者采集了淡水内常见的 5 个属中 9 种,进行了体细胞染色体的形态观察和核型分析,为分类学的研究及遗传育种提供细胞学的客观依据,也为我国被子植物染色体计数和核型分析积累资料。

材 料 和 方 法

材料: 1. 有尾水筛 *Blyxa echinosperma* (C. B. Clarke) Hook. f. N. Z. Wang 84 号，1981 年 7 月，引自湖北省利川稻田内。 2. 轮叶黑藻 *Hydrilla verticillata* (L. f.) Royle: N. Z. Wang 150 号，1981 年 9 月,引自浙江省杭州植物园药圃缸内。3. 罗氏轮叶黑藻 *Hydrilla verticillata* var. *roxburghii* Casp, N. Z. Wang 346 号，1983 年 6 月，产湖北省武昌东湖内。4. 水车前 *Ottelia alismoides* (L.) Pers., N. Z. Wang 96 号1981 年 8 月,产湖北省武昌东湖内。5. 海菜花 *Ottelia acuminata* (Gagnep.) Dandy, N. Z. Wang 442 号，1983 年 8 月，引自云南省中国科学院昆明植物研究所。 6. 波叶海菜花 *Ottelia crispa* (Hand-Mazz.) Dandy N. Z. Wang 405 号，1983 年 8 月，引自云南省中国科学院昆明植物研究所。7. 苦草 *Vallisneria spiralis* Miki N. Z. Wang 385 号 1983 年 7 月,产湖北省武昌东湖内。 8. 细锯齿苦草 *Vallisneria densesrrulata* (Makino) Makino。 N. Z. Wang 298 号，1982 年 7 月,产湖北省武昌东湖浅水中。9. *Hydrocharis asiatica* Miq. N. Z. Wang 146 号 1981 年 9 月,产湖南省沅江县洞庭湖。

染色体片子及凭证标本均保存在武汉植物研究所。

方法: 取植物根尖，用对二氯苯的饱和溶液预处理 3 个小时后，再用酒精与冰醋酸 (3:1) 的固定液固定 12 至 24 个小时，然后用 1mol/L 盐酸在室温下水解 15—20分钟，再用改良的苯酚品红染色,常规压片法制片。每种材料取根尖 10—15 个制片，染色体计数用 80—250 个细胞,核型分析取 8—10 个细胞不等.

结 果 和 讨 论

9 种水鳖科植物染色体数目及核型主要特征比较指标见表 1；各染色体的形态特征见图版 1，2；核型模式图见图 1。

1. 有尾水筛 *Blyxa echinosperma* (C. B. Clarke) Hook. f.：染色体数目与 Harada (1956 年)报道的相同。

2. 轮叶黑藻 *Hydrilla verticillata* (L. f.) Royle: Harada (1956 年)，Y. Sinotô, K. Kiyohara (1928 年)以及 A. K. Sharma, B. Bhattacharyya (1956 年) 报道轮叶黑藻染色体数为 2n = 24，从 Harada 报道的图象看，有 14 条长染色体，10 条短染色体。Y. Sinoto (1929 年) 报道的染色体数为 2n = 16(♂)，2n = 24(♀)，与笔者报道的数目不同。彭东升 1982 年，Larsen (1963 年) 和 Romana Czapik (1978 年) 报道的染色体数目均与笔者相同，但他们报道的核型与笔者都稍有差异，这可能是由于测量中错差和制片中药物处理使染色体长短产生变化。彭东升报道的核型 2n = 16 = 6m + 6sm + 4st，从其核型看来显然比笔者多一对中部着丝点 (m) 和一对近中部着丝点 (sm)，少一对近端着丝点 (st)。但在笔者报道的核型中，第四和五对近端着丝点 (st) 染色体，以及第八对具近中部着丝点 (sm) 染色体，它们的臂比指数分别是 3.01，3.14 和 1.72，都处于分区临界边沿。

表 1　九种水鳖科植物核型比较

Table 1　The karyotye comparison of 9 species in Hydrocharitaceae

种名 species	染色体数目 (2n) number of chromosome	染色体长度范围 (μ) The range of chromosome legth (μm)*	染色体相对长度范围(%) The range of relatiue length (%)	不对称系数 (%) Longest/shortest	不对称系数 (%) Asymmetry coefficient (%)	核型公式 Karyotype formulae
Blyxa echinosperma	42	4.40—6.00	2.25—9.02	1.36	54.73%	2n = 42 = 22m + 20sm
Hydrilla verticillata	16	2.08—7.62	6.70—18.26	3.66	73.03%	2n = 16 = 4m + 4sm + 8st
Hydrilla verticillata ver. *roxburghii*	24	3.65—7.40	4.80—12.46	2.03	70.80%	2n=24=4m+16sm + 2st + 2st(SAT)
Ottelia alismoides	52	2.09—7.88	1.87—6.68	3.77	69.08%	2n = 52 = 14m + 28sm + 10st
Ottelia acuminata	22	3.00—7.00	5.57—13.72	2.33	59.00%	2n = 22 = 12m + 10sm
Ottelia crispa	20	4.29—7.06	4.86—23.60	1.65	66.75%	2n = 20 = 12m + 8sm
Vallisneria spiralis	20	2.35—7.65	6.18—17.28	3.26	62.39%	2n = 20 = 10m + 10sm
Vallisneria denses-rrulata	20	1.97—7.14	5.12—12.93	3.62	65.37%	2n = 20=8m+8sm + 2st + 2st(SAT)
Hydrocharis asiatica	16	2.86—5.60	7.00—19.29	1.96	66.17%	2n = 16 = 6m + 8sm + 2st

* 不包括随体长度。

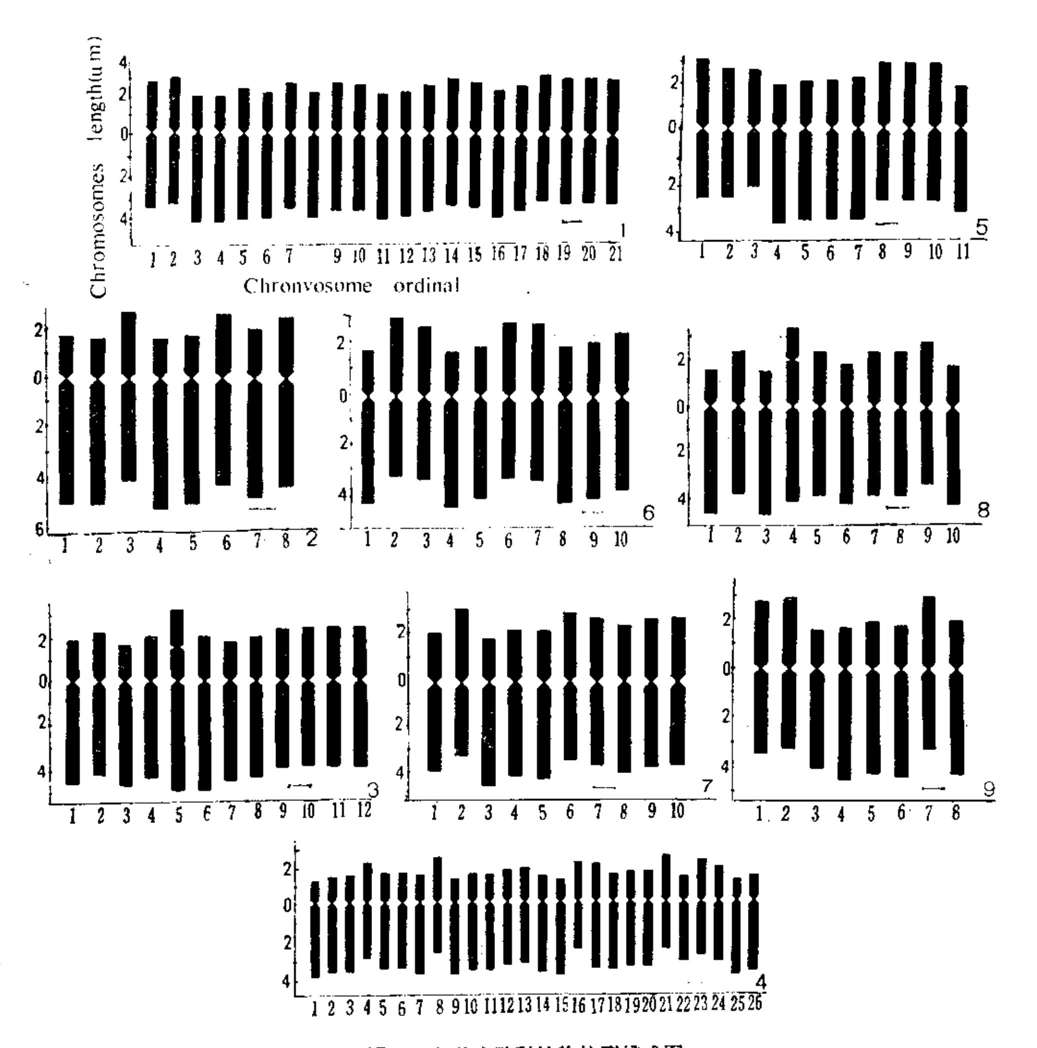


图1 九种水鳖科植物核型模式图

Fig. 1 Idiograms of 9 species in Hydrocharitaceae

1. 有尾水筛 *Blyxa echinosperma*; 2. 轮叶黑藻 *Hydrilla verticllata*; 3. 罗氏轮叶黑藻 *Hydrilla verticillata* ver. *roxburghii*; 4. 水车前 *Ottelia alismoides*; 5. 海菜花 *Ottelia acuminata*; 6. 波叶海菜花 *Ottelia crispa*; 7. 苦草 *Vallisneria spiralis*; 8. 细锯齿苦草 *Vallisneria densesrrulata*; 9. 水鳖 *Hydrocharis asiatica*。

3. 罗氏轮叶黑藻 *Hydrilla verticillata* var. *roxburghii* Casp: 彭东升(1983年)报道的染色体数目和笔者相同,核型有差异。他观察有15条长染色体9条短染色体，实属三倍体核型,而笔者观察到有10条长染色体，8条短染色体，还有6条处于中等大小的染色体,故做出的核型是属二倍体。

4. 水车前 *Ottelia alismoides* (L.) Pers.: 染色体数目为 2n = 22、44、52和64。在观察250个体细胞染色体中，2n = 52最多，占62.40%，2n = 22、44和64的分别占14.40%，12.60%和10.60%。其核型 2n = 52 = 14m + 28sm + 10st。A. K. Sharma, B. Bhattacharyya (1956年)报道的染色体数目与笔者相同。Harada (1956年)和 Islam A. S. (1950年)报道水车前染色体为 2n = 44。从 Harada 报道的图象中看，还有一对带随体

染色体。Y. S. Rao (1951 年)报道 2n = 22、44 和 66。而 S. K. N. Murthy (1934 年)报道 2n = 72。笔者在观察中始终未发现水车前染色体有 2n = 66、72。

5. 海菜花 *Ottelia acuminata* (Gagnep.) Dandy,: 染色体数目为 2n = 16、20、21、24、32 和 44。在观察 142 个体细胞染色体中，2n = 22 最多，占 64.50%，其核型 2n= 22 = 12m + 10sm，染色体数目及其核型为首次报道。

6. 波叶海菜花 *Ottelia crispa* (Hand.-Mazz.) Dandy: 染色体数目为 2n = 20、22、24 和 44。 在观察 150 个体细胞染色体中，2n = 20 最多，占 72.40%，其核型 2n = 20= 12m + 8sm。染色体数目及其核型为首次报道。

7. 苦草 *Vallisneria spiralis* Miki: O. Winge (1923 年)报道 2n = 40 (♀♂), A. K. Sharma, B. Bhattacharyya (1956 年)报道 2n = 30、40，与笔者不同。O. Winge (1927 年) C. A. Jörgensen (1927 年)，K. Rangswamy (1934 年) 都报道 2n = 20 与笔者报道的数目相同。

8. 细锯齿苦草 *Vallisneria densesrrulata* (Makino) Makino: Harada 报道的数目虽然与笔者相同,但从他报道的图象上看,有 6 条长染色体，14 条短染色体，而笔者观察到的染色体长短是呈递减排列的。

9. 水鳖 *Hydrocharis asiatica* Miq: 染色体数目为 2n = 14、16、28。 在观察 240 个体细胞染色体中，2n = 16 最多,占 72.45%，其核型 2n = 16 = 6m + 8sm+2st。 Harada 报道的染色体数目与笔者相同,而 Skaliska et al. (1961 年)报道 2n = 14，L. Ehrenbeng (1945 年)和 Delay (1947 年)均报道为 2n = 28，与笔者报道数目不同。

本实验观察水鳖科 5 属 9 种植物体细胞染色体时，发现有些种内出现多倍体及非整倍体现象，如水车前属 (*Ottelia*) 内 3 个种：海菜花 (*O. acuminata*) 2n = 16、20、21、24、32 和 44。波叶海菜花 (*O. crispa*) 2n = 20、22、24 和 44，水车前 (*O. alismoides*) 2n = 22、44、52 和 64；水鳖属 (*Hydrocharis*) 内的水鳖 (*H. asiatica*) 2n = 14、16、28 和 32，这些现象的出现，可能是由于水的特殊环境影响以及某些种的异花授粉形成个体杂合而产生的。

黑藻属 (*Hydrilla*) 的染色体基数 x = 8，轮叶黑藻 (*H. verticillata*) 2n = 16，其中有 10 条长染色体，6 条短染色体，其核型 2n = 16 = 4m + 4sm + 8st; 罗氏轮叶黑藻 (*H. verticillata* var. *roxburghii*) 2n = 24，其中有 10 条长染色体，8 条短染色体，还有 6 条处于中等大小的染色体，其核型 2n = 24 = 4m + 16sm + 2st + 2st(SAT)。这两种外形差异是：前者植体细长,呈黄绿色,叶片狭窄,边缘具锯齿,花多;后者植体粗壮,呈深绿色,叶片短而宽,边缘具细齿,花较少,但能结实。

彭东升和 Romana Czapik 报道的染色体数与笔者相同，核型稍有差异，这可能是由于某些因素不同而产生的，如水质的影响，材料处理等。而笔者观察到该种植物有少量花,但能结实,且是二倍体的核型。根据三倍体一般不能结实的事实，笔者把该种视为轮叶黑藻的变种。这种差异是否出现在同一个种的植物体上,还有待进一步研究。

苦草属 (*Vallisneria*) 的染色体基数 x = 10，笔者在东湖采到的一种苦草,植体呈暗绿色,基的基部具瘤状突起,叶片粗糙，叶缘具粗锯齿，果有棱状突起，果长 10—12cm，种子具翅，根据其形态特征应定为细锯齿苦草 (*V. denseserrulata*)，该种染色体数目为

2n = 20，其核型 2n = 20 = 8m + 8sm + 2st + 2st(SAT)，而苦草（*V. spiralis*)染色体数目为 2n = 20，核型 2n = 20 = 10m + 10sm。根据 G. L. Stebbins (1971 年) 的核型分类标准，苦草是 1B 型。细锯齿苦草是 2B 型，两者比较，后者比前者较进化。

水车前属 (*Ottelia*) 内有 3 个种，它们的染色体基数各不相同。水车前 (*O. alismoides*) x = 13，2n = 52，在其染色体组内有许多同源染色体发生杂合现象，导致杂合的原因有待进一步研究。海菜花（*O. acuminata*）x = 11，2n = 22，波叶海菜花（*O. crispa*）x = 10，2n = 20，这三个种外形和核型都各有所别，很易区分。其它 2 个属染色体的基数：水鳖属（*Hydrocharis*）x = 8，2n = 16，水筛属（*Blyxa*）x = 7，2n = 42。

按照 G. L. Stebbins 核型分类标准，属 IA 型有，有尾水筛和波叶海菜花，其核型由中部着丝点 (m)，和近中部着丝点 (sm) 组成，最长和最短染色体比值小于 2，是较对称或原始核型。属 2A 型的有水鳖，属 IB 型的海菜花和苦草，属 2B 型的有水车前，轮叶黑藻，罗氏轮叶黑藻、细锯齿苦草。其核型内具有近端着丝点 (st) 染色体组成，最长与最短染色体比值大于 2，是较不对称或进化核型。作为该科内属与属，种与种之间演化的另一个佐证，可用 H. Arano (1963 年)核型不对称系数来看，水筛 54.73%，轮叶黑藻 73.03%，罗氏轮叶黑藻 70.80%，水车前 69.08%，海菜花 59.00%，波叶海菜花 66.75%，苦草 62.39%，细锯齿苦草 65.37%，水鳖 66.17%，根据核型由对称向不对称发展的趋势是原始向进化发展的推论，即水筛属（*Blyxa* 最原始，黑藻属（*Hydrilla*）最进化。另外从该科内 9 种植物的部分器官来看，有的表现进化，有的表现原始，我们可以用性器官来证明，上述推论是成立的，水筛最原始，其花为两性花，而黑藻属最进化，其花单性并雌雄异株。

参　考　文　献

[1] 彭东升，1983：武汉轮叶黑藻属的细胞分类学初步研究。武汉大学学报，第 2 期，103—109 页。
[2] Arano, H., 1963: Cytological studies in subfmily Carduoideae (Compositae) of Japan. IX. The karyotype analysis and phylogenetic consideration on Pertya and Ainsliaea (2). *Bot. Mag.* (Tokyo) **76**: 32—39.
[3] Delay, C. Y., 1947: Recherches sur la structure des noyaux quiesnts chez les phanerogames. *Rev. cy.* 101 et *Cytophysiol. Veg.*, **9**(1—4): 169—222; **10**(1—4): 103—229.
[4] Harada, I., 1956: Cytological studies in Helobiae. 1. Chromosome idiograms and a list of chromosome number in seven families. *Cytologia*, **21**(3): 306—325.
[5] Islam, A. S., 1950: A contribution to the life history of Ottelia alismoides Pres. *Journ. Indian Bot. Soc.* **29**(1): 79—91.
[6] Jorgensen, C. A., 1927: Chromosome and sex in Vallisneria. *Journ. Genetics*, **18**(1): 63—75.
[7] Larsen, K., 1963: Studies in the flora of Thailand. 14. Cytological studies in Vascular plants of Thailand. *Dansk Bot. Ark.*, **20**(3): 211—275.
[8] Murthy, S. K. N., 1934: Contribution to the morphology of Ottelia alismoides (L.) Pers. *Current Sci.*, **3**(6): 258—259.
[9] Rangswamy, K., 1934: Contribution to the life history of Vallisneria spiralis L. *Jour Ind. Bot. Soc.* **13**(2): 129.
[10] Romana Czapik, 1978: The karyology of Hydrilla (Hydrocharitaceae) from Irel and Poland. Proceedings of the Royal Irish Academy Section B-Biological. *Geological and Chemical Sciences.* Volume 78, B. Number 17 Iiss N0035—8983.
[11] Sinotô Y., Kiyohara K., 1928: A prelimnary note on the chromosome of Hydrilla verticillata Persl. *Bot. Mag.* (Tokyo) **42**(493): 82—85.
[12] Skalinska et al., 1961: Further additions to cchromosome number of polish angiosperms. *Acta. Soc.*

Bot. Polon., **30**(3—4): 463—489.
[13] Sharma, A. K., Bhattacharyya, B., 1956: A study of the cytology of four members of the Hydrocharitaceae as an aid to trace the lines of erolution. Phyton (Buenos Aires) **6**(2): 121—132.
[14] Stebbins, G. L., 1971: Chromosome evolution in higher plants. *Edward Arnold LTD,* London, 87—89.
[15] Winge, O., 1927: Chromosome behaviour in male and female individuals of Vallisneria spiralis and Najas marina. *Joun. Genetics.* **18**(1): 99—107.

CHROMOSOME NUMBERS AND KARYOTYPE ANALYSIS OF 9 SPECIES IN HYDROCHARITACEAE

WANG NING-ZHU

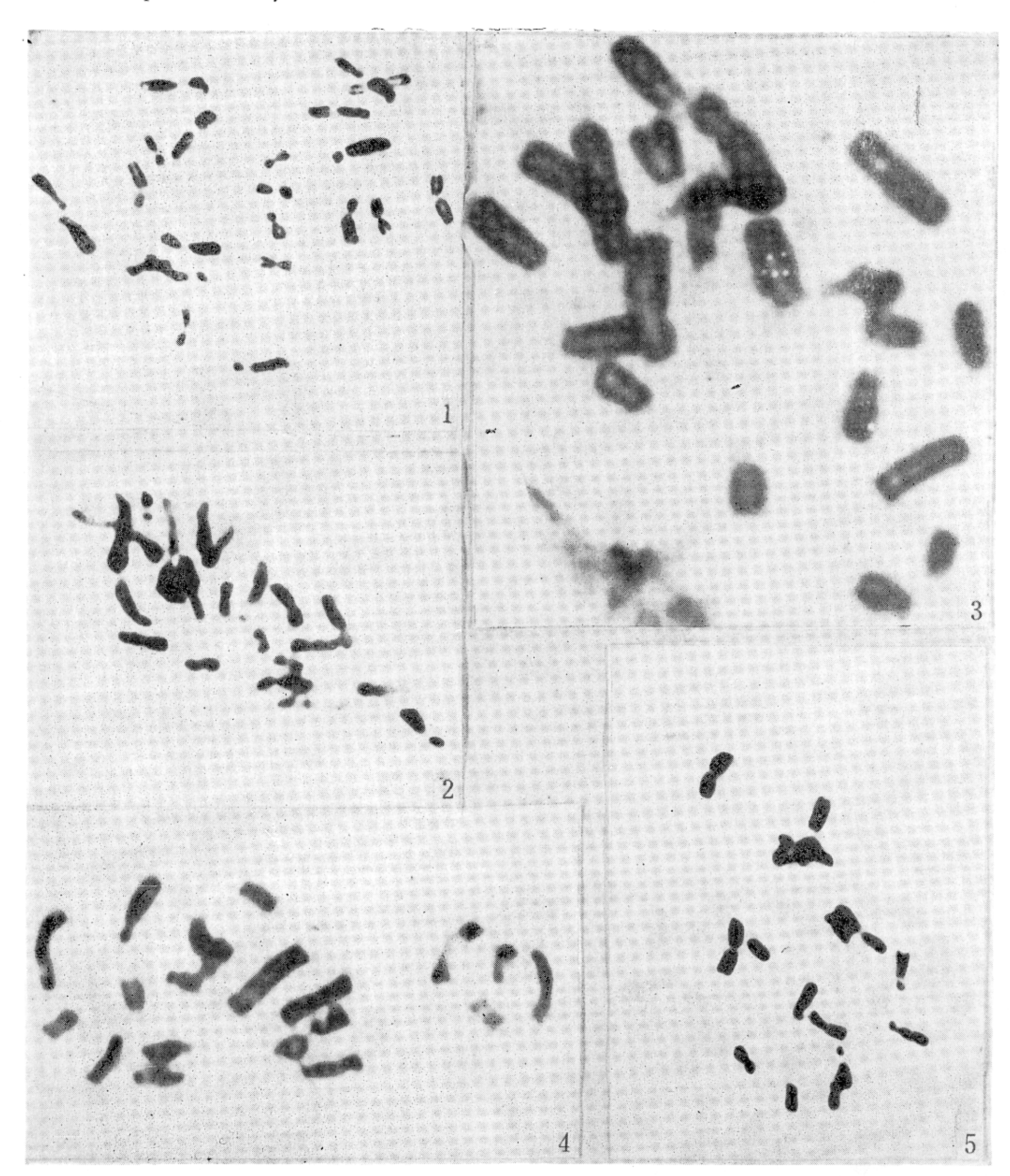
(Wuhan Institute of Botany Acadimia Sinica, Wuchang)

Abstract The present paper reports the chromosome numbers and karyotypes in 9 species of 5 genera form China. It is found that all these analysed species are diploid. The karyotypes of most species are made of m and sm and of a few of st chromosomes. These are grouped into four types, 1A, 2A and 1B, 2B. *Blyxa* is the most primitive, and *Hydrilla* is the most advanced.

Key words Hydrocharitaceae; *Blyxa; Hydrilla; Ottelia; Vallisneria; Hydrocharis;* Chromosome; Karyotype



1. *Blyxa echinosperma* 2n = 42; 2. *Hydrilla verticillata* 2n = 16; 3. *H. verticillata* ver. *roxburghii* 2n = 24; 4. *Ottelia alismoides* 2n = 52.



1. *Ottelia acuminata* 2n = 22; 2. *O. crispa* 2n = 20; 3. *Vallisneria spiralis* 2n = 20; 4. *V. densesyulata* 2n = 20; 5. *Hydrocharis asiatica* 2n = 16.